

Un algorithme génétique interactif pour des problèmes de tournées de véhicules

Sahbi Ben Ismail¹, François Legras², Gilles Coppin¹

¹ Télécom Bretagne (Lab-STICC, UMR CNRS 3192)

Technopôle de Brest-Iroise, 29238, Brest Cedex 3 (France)

{sahbi.benismail,gilles.coppin}@telecom-bretagne.eu

² Deev Interaction

135 rue Claude Chappe, 29280, Plouzané (France)

francois.legras@deev-interaction.com

Mots-clés : *interaction homme-machine, algorithme génétique, tournées de véhicules.*

1 Introduction

Le problème de tournées de véhicules (VRP) est un problème majeur de l'optimisation combinatoire. Il a fait l'objet de plusieurs études motivées par la difficulté de sa résolution et par ses nombreuses applications pratiques en logistique. Avec l'essor des métaheuristiques telles que la recherche tabou et les algorithmes génétiques, plusieurs instances de problèmes ont pu être résolues de manière efficace, voire optimale. Cependant, les méthodes de résolution utilisées sont souvent entièrement automatiques et ne font intervenir l'humain que dans la phase de modélisation du problème. Elles ne permettent pas ainsi d'exploiter toute la richesse de la connaissance et de l'expertise que des opérateurs humains peuvent avoir. De plus, leur fonctionnement en « boîte noire » ne répond pas au besoin de ces opérateurs de comprendre le cheminement du processus d'optimisation.


2 Résolution interactive de problèmes d'optimisation

Des travaux ont été menés récemment pour sortir de ce paradigme de type « client » ou « oracle » (l'humain soumet une question au système, qui lui fournit une réponse) et aller vers une résolution interactive. Dans l'approche HuGS [1] l'humain attribue à chaque client du VRP une valeur de *mobilité* (faible, moyenne, forte) pour contraindre un algorithme de recherche locale dans son exploration du voisinage de la solution courante. Gacias et al. [2] permettent à l'humain de construire une solution partielle d'un problème de tournées avec fenêtres temporelles (VRPTW) et de demander au système de la compléter.

Dans la famille des méthodes d'optimisation à base de population, les algorithmes génétiques ont eux aussi été adaptés à une résolution interactive : la machine génère des solutions, et l'humain les évalue [4]. Cette approche est adaptée aux problèmes dont la fonction objectif n'est pas formulable mathématiquement tels que les problèmes artistiques, et présente un inconvénient majeur lié à la fatigue de l'utilisateur.

3 Un nouvel algorithme génétique interactif pour le VRP

Nous proposons un algorithme génétique interactif pour la résolution de problèmes de tournées de véhicules. Dans le processus d'optimisation, les tâches sont clairement réparties entre l'humain et la machine : le système affiche graphiquement les solutions de la population courante, l'humain les inspecte visuellement et exprime des préférences de type « j'aime » (👍) ou « je n'aime pas »

() en spécifiant les parties qu'il juge intéressantes ou non intéressantes. Avant de générer une nouvelle population, ces annotations humaines (*tags*) sur les *phénotypes* sont traduites sur les *génotypes* pour pouvoir être prises en compte par l'algorithme génétique.

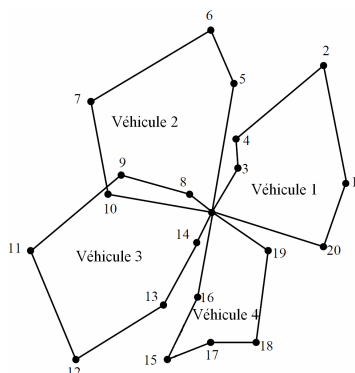


FIG. 1 – Solution S d'un VRP.

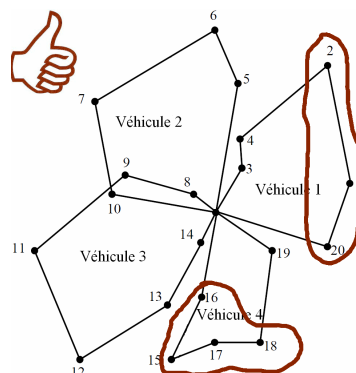


FIG. 2 – Solution S annotée.

La figure 1 montre un exemple de VRP avec $n = 20$ clients résolu avec $m = 4$ véhicules, et la figure 2 montre une annotation de cette solution. En utilisant un codage des solutions sous forme de permutations de clients sans séparateurs de tournées [3], les deux solutions précédentes sont respectivement représentées par les deux chromosomes suivants

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 20 | 1 | 2 | 4 | 3 | 5 | 6 | 7 | 10 | 8 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 16 | 15 | 17 | 18 | 19 |
| 20 | 1 | 2 | 4 | 3 | 5 | 6 | 7 | 10 | 8 | 9 | 11 | 12 | 13 | 14 | 16 | 15 | 17 | 18 | 19 |

Les cellules en gris dans le deuxième chromosome correspondent aux deux parties de la solution jugées intéressantes par l'humain. Un tel *tag* a une incidence sur les trois étapes clés de l'algorithme, à savoir, la *sélection*, les *croisements* et les *mutations*.

En effet, cette solution marquée intéressante se voit attribuer une probabilité de sélection plus grande. Si elle est sélectionnée comme parent dans un croisement, les deux indices de croisement (opérateur *Order Crossover* (*OX*)) sont tirés aléatoirement en dehors des intervalles grisés pour sauvegarder les séquences de clients jugées intéressantes par l'humain. Il en est de même pour l'opérateur de mutation qui n'est pas autorisé à modifier les parties taggées.

Avec un système d'affichage graphique et un ensemble d'interactions simples et intuitives, un humain peut ainsi exprimer des préférences sur les solutions générées par un algorithme génétique et diriger la convergence de celui-ci tout en la comprenant. Nous sommes en train de mettre en place des expérimentations en vue de valider notre approche.

Nous envisageons par la suite de l'étendre à d'autres variantes plus riches du problème de tournées (avec fenêtres temporelles (VRPTW) ou avec un contexte dynamique (DVRP)) ainsi qu'à d'autres problèmes d'optimisation tels que le problème de *bin packing* ou de *scheduling*.

Références

- [1] D. Anderson, E. Anderson, N. Lesh, J. Marks, B. Mirtich, D. Ratajczak, and K. Ryall. Human-guided simple search. In *Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2000)*, pages 209–216, 2000.
- [2] B. Gacias, P. Lopez, and J. Cegarra. A decision support system for vehicle routing based on model inversion and data analysis. In *Proceedings of the International Conference of Modeling and Simulation (MOSIM10)*, pages 1186–1195, 2010.
- [3] C. Prins. A simple and effective evolutionary algorithm for the vehicle routing problem. *Computers & Operations Research*, 31(12) :1985–2002, 2004.
- [4] H. Takagi. Interactive evolutionary computation : Fusion of the capabilities of EC optimization and human evaluation. *Proceedings of the IEEE*, 89(9) :1275–1296, 2001.